

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2 0 0 4 年 6 月 2 1 日

出 願 番 号

Application Number:

特 願 2 0 0 4 - 1 8 2 3 6 2

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 8 2 3 6 2

出 願 人

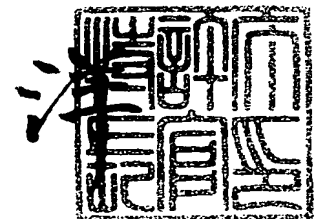
Applicant(s):

日立金属株式会社

2 0 0 5 年 7 月 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【官 公 司】	付 訂 願
【整理番号】	KW04009
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	G05D 7/01
【発明者】	
【住所又は居所】	三重県桑名市大福二番地 日立金属株式会社桑名工場内
【氏名】	田中 誠
【特許出願人】	
【識別番号】	000005083
【氏名又は名称】	日立金属株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100090125
【弁理士】	
【氏名又は名称】	浅井 章弘
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	049906
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9108741

【請求項 1】

流体を流す流路に、該流路に流れる流体の質量流量を検出して流量信号を出力する質量流量検出手段と、バルブ駆動信号により弁開度を変えることによって質量流量を制御する流量制御弁機構とを介設し、外部から入力される流量設定信号と前記流量信号とに基づいて前記流量制御弁機構を制御する制御手段を設けてなる質量流量制御装置において、

前記流路に、該流路を開閉する検定用バルブ部と、所定の容量を有する検定用タンク部と、前記流体の圧力を検出して圧力検出信号を出力する圧力検出手段とをそれぞれ設け、前記検定用バルブと前記検定用タンク部と前記圧力検出手段とを用いて質量流量検定動作を行うように制御する検定制御手段を備えるように構成したことを特徴とする質量流量制御装置。

【請求項 2】

前記検定用タンク部の近傍には、温度検出を行う温度検出手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の質量流量制御装置。

【請求項 3】

前記検定制御手段は、基準測定時の流体の圧力変化を記憶する基準用データメモリと、検定時の流体の圧力変化を記憶する検定用データメモリとを有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の質量流量制御装置。

【請求項 4】

前記検定制御手段には、警報手段が接続されており、前記検定制御手段は検定結果が所定の範囲外の時には前記警報手段を駆動させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の質量流量制御装置。

【請求項 5】

前記検定制御手段は、前記検定結果に基づいて前記質量流量検出手段を校正することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の質量流量制御装置。

【請求項 6】

前記検定用タンク部は、前記流路の途中に介設されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の質量流量制御装置。

【請求項 7】

前記検定制御手段には、検定結果を表示する表示手段が接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の質量流量制御装置。

【請求項 8】

前記検定用バルブ部と前記検定用タンク部と前記圧力検出手段は、前記質量流量検出手段及び前記流量制御弁機構よりも上流側に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の質量流量制御装置。

【請求項 9】

前記検定用バルブと前記検定用タンク部と前記圧力検出手段は、前記質量流量検出手段及び前記流量制御弁機構よりも下流側に設けられることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の質量流量制御装置。

【請求項 10】

前記検定用バルブ部と前記検定用タンク部と前記圧力検出手段の内、前記検定用バルブは最上流側に位置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の質量流量制御装置。

【請求項 11】

請求項 1 に係る質量流量制御装置の検定方法において、  
検定流量を設定する工程と、  
流路に検定用の流体を安定的に流す工程と、  
前記流れる流体の圧力と検定用タンク部の温度とを検出してそれぞれ初期圧力と初期温度とする工程と、  
検定用バルブ部を閉じて流路を遮断する工程と、

前記検定用バルブ部を閉じた後に前記検定用バルブ部から流出する流体の圧力変化を測定する工程と、

前記測定された圧力変化と予め求められた基準圧力変化特性とに基づいて検定結果を求める工程と、

を有することを特徴とする質量流量制御装置の検定方法。

【請求項 1 2】

前記検定結果を表示手段に表示することを特徴とする請求項 1 1 記載の質量流量制御装置の検定方法。

【請求項 1 3】

前記検定結果が所定の許容範囲外の時には警報手段により警報を発することを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 記載の質量流量制御装置の検定方法。

【請求項 1 4】

前記検定結果に基づいて質量流量検出手段を自動的に校正することを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の質量流量制御装置の検定方法。

【請求項 1 5】

前記検定結果を求める工程における上部基準圧力と下部基準圧力は予め定められていることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の質量流量制御装置の検定方法。

【請求項 1 6】

前記検定流量を種々変更することを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の質量流量制御装置の検定方法。

【発明の名称】 質量流量制御装置及びこの検定方法

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ガス等の比較的小流量の流体の質量流量を計測する質量流量制御装置に係り、特に質量流量制御の精度の検定を行うことができる質量流量制御装置及びその検定方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

一般に、半導体集積回路等の半導体製品等を製造するためには、半導体ウエハ等に対して例えばＣＶＤ成膜やエッチング操作等が種々の半導体製造装置において繰り返し行われるが、この場合に微量の処理ガスの供給量を精度良く制御する必要から例えばマスフローコントローラのような質量流量制御装置が用いられている（例えば特許文献１～８）。

ここで一般的な質量流量制御装置の構成について、図６及び図７を参照して説明する。図６はガス配管に介設された従来の質量流量制御装置の一例の概略構成図を示し、図７は質量流量制御装置の流量検出手段を示す回路図である。

【０００３】

図示するように、この質量流量制御装置２は、液体や気体等の流体を流す流体通路、例えばガス管４の途中に介設されて、この質量流量を制御するようになっている。尚、このガス管４の一端に接続される半導体製造装置内は例えば真空引きされている。この質量流量制御装置２は、例えばステンレススチール等により成形された流路６を有しており、この両端が上記ガス管４に接続される。この質量流量制御装置２は流路６の前段側に位置する質量流量検出手段８と後段側に位置する流量制御弁機構１０とよりなる。

【０００４】

まず、上記質量流量検出手段８は、上記流路６のガス流体の流れ方向の上流側に設けられて複数のバイパス管を束ねてなるバイパス群１２を有している。上記バイパス群１２の両端側には、これを迂回するようにセンサ管１４が接続されており、これにバイパス群１２と比較して小量のガス流体を一定の比率で流し得るようになっている。すなわち、このセンサ管１４には全ガス流量に対して一定の比率の一部のガスを常に流すようになっている。このセンサ管１４には直列に接続された制御用の一対の抵抗線Ｒ１、Ｒ４が巻回されており、これに接続されたセンサ回路１６により質量流量値を示す流量信号Ｓ１を出力するようになっている。

【０００５】

この流量信号Ｓ１は、例えばマイクロコンピュータ等よりなる制御手段１８へ導入されて、上記流量信号Ｓ１に基づいて現在流れているガスの質量流量が求められると共に、その質量流量が外部より入力される流量設定信号Ｓ０で表される質量流量に一致するように、上記流量制御弁機構１０を制御することになる。この流量制御弁機構１０は、上記流路６の下流側に設けられた流量制御弁２０を有しており、この流量制御弁２０はガス流体の質量流量を直接的に制御するための弁体として例えば金属板製の屈曲可能になされたダイヤフラム２２を有している。

【０００６】

そして、このダイヤフラム２２を弁口２４に向けて適宜屈曲変形させて移動させることによって、上記弁口２４の弁開度を任意に制御し得るようになっている。そして、このダイヤフラム２２の上面は、例えば積層圧電素子（ピエゾ素子）よりなるアクチュエータ２６の下端部に接続されており、これにより、その弁開度が上記したように調整できるようになっている。このアクチュエータ２６は、上記制御手段１８からの駆動信号を受けてバルブ駆動回路２８が出力するバルブ駆動電圧Ｓ２により動作する。また弁口２４の出口側にはソニックノズル２９が設けられており、ガス流の入口側圧力がこの流量制御弁２０を流れる質量流量に比例するように設定している。尚、上記アクチュエータ２６として積層圧電素子に替えて電磁式のアクチュエータを用いる場合もある。

【 0 0 0 7 】

上記抵抗線 R 1、R 4 とセンサ回路 1 6 との関係は、図 7 に示されている。すなわち、上記抵抗線 R 1、R 4 の直列接続に対して、2 つの基準抵抗 R 2、R 3 の直列接続回路が並列に接続されて、いわゆるブリッジ回路を形成している。そして、このブリッジ回路に、一定の電流を流すための定電流源 3 0 が接続されている。また、上記抵抗線 R 1、R 4 同士の接続点と上記基準抵抗 R 2、R 3 同士の接続点とを入力側に接続して差動回路 3 2 が設けられており、上記両接続点の電位差を求めて、この電位差を流量信号 S 1 として出力するようになっている。

【 0 0 0 8 】

ここで、上記抵抗線 R 1、R 4 は、温度に応じてその抵抗値が変化する素材よりなっており、ガスの流れ方向の上流側に抵抗線 R 1 が巻回され、下流側に抵抗線 R 4 が巻回されている。また、基準抵抗 R 2、R 3 は略一定の温度に維持されているものとする。

このように構成された質量流量制御装置 2 において、センサ管 1 4 にガス流体が流れていない場合には、両抵抗線 R 1、R 4 の温度は同じになっていることから、ブリッジ回路は平衡して差動回路 3 2 の検出値である電位差は、例えばゼロである。

【 0 0 0 9 】

ここで、センサ管 1 4 にガス流体が質量流量 Q で流れると仮定すると、このガス流体は上流側に位置する抵抗線 R 1 の発熱によって温められてその状態で下流側の抵抗線 R 4 が巻回されている位置まで流れることになり、この結果、熱の移動が生じて抵抗線 R 1、R 4 間に温度差、すなわち両抵抗線 R 1、R 4 間の抵抗値に差が生じて、この時発生する電位差はガスの質量流量に略比例することになる。従って、この流量信号 S 1 に所定のゲインをかけることによってその時に流れているガスの質量流量を求めることができる。また、この検出されたガスの質量流量が、流量設定信号 S 0（実際は電圧値）で表される質量流量と一致するように、例えば P I D 制御法により上記流量制御弁 2 0 の弁開度が制御されることになる。

【 0 0 1 0 】

ところで、この種の質量流量制御装置 2 にあっては、流量設定信号が示す質量流量（以下、単に「流量」とも称す）に対して実際に流量制御弁 2 0 に流れる流量（以下、「実流量」とも称す）が精度良く一致することが必要であるが、供給ガス圧が変化した場合や、装置自体が経年変化した場合などには、装置の納入当初と同じバルブ駆動電圧を印加しても流れるガスの実流量が僅かに異なる場合が発生する。

このため、質量流量制御装置 2 が設計通りに流量を制御することができるか否かを検証するために定期的、或いは不定期的に流量検定が実施されている。この流量検定の一例は、上記ガス管 4 に容量が既知の検定用タンクを別途介設し、一定のガス流量を安定的に流した状態からガスの供給を停止し、この後に、上記検定用タンク内に蓄積されていたガスが流れ出る時のガスの圧力変化を、出荷時等の基準となる圧力変化と比較することにより、その正否を判断するようにしている。

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特開平 6－1 1 9 0 5 9 号公報

【特許文献 2】特開平 7－0 7 8 2 9 6 号公報

【特許文献 3】特開平 7－1 3 4 0 5 2 号公報

【特許文献 4】特開平 7－2 8 1 7 6 0 号公報

【特許文献 5】特開平 7－3 0 6 0 8 4 号公報

【特許文献 6】特開平 1 1－2 2 3 5 3 8 号公報

【特許文献 7】特開 2 0 0 4－2 0 3 0 6 号公報

【特許文献 8】米国特許第 6 4 5 0 2 0 0 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

ところで、上記したような流量検定方法を行うためには、質量流量制御装置に検定用タ

ンノを別途取り付ける必要があるはがツが、取り付け用の配管類も取付けなければならぬ。このため、流量検定を実施するための作業が煩雑になるのみならず、ガスを使用する半導体製造装置も長時間に亘って止めなければならない、といった問題があった。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、検定用タンクを組み込んで装置自体で質量流量の検定動作を行うようにした質量流量制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

請求項1に係る発明は、流体を流す流路に、該流路に流れる流体の質量流量を検出して流量信号を出力する質量流量検出手段と、バルブ駆動信号により弁開度を変えることによって質量流量を制御する流量制御弁機構とを介設し、外部から入力される流量設定信号と前記流量信号とに基づいて前記流量制御弁機構を制御する制御手段を設けてなる質量流量制御装置において、前記流路に、該流路を開閉する検定用バルブ部と、所定の容量を有する検定用タンク部と、前記流体の圧力を検出して圧力検出信号を出力する圧力検出手段とをそれぞれ設け、前記検定用バルブと前記検定用タンク部と前記圧力検出手段とを用いて質量流量検定動作を行うように制御する検定制御手段を備えるように構成したことを特徴とする質量流量制御装置である。

【0014】

このように、装置自体に検定用バルブ部と検定用タンク部等を設け、この検定用バルブ部を閉じて流体の供給を停止した以降において、上記検定用タンク部から流れ出る流体の圧力変化を検出すると共に、この圧力変化を例えば基準となる基準圧力変化と比較することによって、流れる流体の質量流量を正確に制御できるか否かの検定を行うことができる。

【0015】

この場合、例えば請求項2に規定するように、前記検定用タンク部の近傍には、温度検出を行う温度検出手段が設けられている。

また例えば請求項3に規定するように、前記検定制御手段は、基準測定時の流体の圧力変化を記憶する基準用データメモリと、検定時の流体の圧力変化を記憶する検定用データメモリとを有する。

また例えば請求項4に規定するように、前記検定制御手段には警報手段が接続されており、前記検定制御手段は検定結果が所定の範囲外の時には前記警報手段を駆動させる。

また例えば請求項5に規定するように、前記検定制御手段は、前記検定結果に基づいて前記質量流量検出手段を校正する。

【0016】

また例えば請求項6に規定するように、前記検定用タンク部は、前記流路の途中に介設されている。

また例えば請求項7に規定するように、前記検定制御手段には、検定結果を表示する表示手段が接続されている。

また例えば請求項8に規定するように、前記検定用バルブ部と前記検定用タンク部と前記圧力検出手段は、前記質量流量検出手段及び前記流量制御弁機構よりも上流側に設けられる。

また例えば請求項9に規定するように、前記検定用バルブと前記検定用タンク部と前記圧力検出手段は、前記質量流量検出手段及び前記流量制御弁機構よりも下流側に設けられる。

【0017】

また例えば請求項10に規定するように、前記検定用バルブ部と前記検定用タンク部と前記圧力検出手段の内、前記検定用バルブは最上流側に位置されている。

請求項11に係る発明は、請求項1に係る質量流量制御装置の検定方法において、検定流量を設定する工程と、流路に検定用の流体を安定的に流す工程と、前記流れる流体の圧力と検定用タンク部の温度とを検出してそれぞれ初期圧力と初期温度とする工程と、検定

用バルブ部を閉して流路を遮断する上仕と、前記検定用バルブ部を閉した後に前記検定用タンク部から流出する流体の圧力変化を測定する工程と、前記測定された圧力変化と予め求められた基準圧力変化特性とに基づいて検定結果を求める工程と、を有することを特徴とする質量流量制御装置の検定方法である。

#### 【００１８】

この場合、例えば請求項１２に規定するように前記検定結果を表示手段に表示する。

また例えば請求項１３に規定するように、前記検定結果が所定の許容範囲外の時には警報手段により警報を発する。

また例えば請求項１４に規定するように、前記検定結果に基づいて質量流量検出手段を自動的に校正する。

また例えば請求項１５に規定するように、前記検定結果を求める工程における上部基準圧力と下部基準圧力は予め定められている。

また例えば請求項１６に規定するように、前記検定流量を種々変更する。

#### 【発明の効果】

#### 【００１９】

本発明の質量流量制御装置及びその検定方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

装置自体に検定用バルブ部と検定用タンク部等を設け、この検定用バルブ部を閉じて流体の供給を停止した以降において、上記検定用タンク部から流れ出る流体の圧力変化を検出すると共に、この圧力変化を例えば基準となる基準圧力変化と比較することによって、流れる流体の質量流量を正確に制御できるか否かの検定を行うことができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【００２０】

以下に、本発明に係る質量流量制御装置及びその検定方法の一実施例を添付図面に基いて詳述する。

図１は本発明に係る質量流量制御装置を示すブロック構成図である。尚、図６及び図７において示した構成部分と同一構成部分については同一符号を付してその説明を省略する。

#### 【００２１】

図示するように、この質量流量制御装置４０は、液体や気体等の流体を流す流体通路、例えばガス管４の途中に介設されて、この質量流量（以下、単に「流量」とも称す）を制御するようになっている。尚、このガス管４の一端に接続される半導体製造装置内は例えば真空引きされている。この質量流量制御装置４０は、質量流量制御本体４０Ａと、本発明の特徴とする質量流量の検定を行う検定本体４０Ｂとよりなる。具体的には、この質量流量制御装置４０は、例えばステンレススチール等により成形された流路６を有しており、この流体入口６Ａが上記ガス管４の上流側に接続され、流体出口６Ｂがガス管４の下流側に接続される。

#### 【００２２】

上記質量流量制御装置４０Ａは、ここでは図６を参照して説明した従来装置と全く同じ構造となっており、例えば質量流量検出手段８、流量制御弁機構１０及び例えばマイクロコンピュータ等よりなる制御手段１８を備えている。上記質量流量検出手段８は、バイパス管１２、センサ管１４、センサ回路１６等を有しており、ここで検出した流量信号Ｓ１を上記制御手段１８に向けて出力するようになっている。上記流量制御弁機構１０は、流量制御弁２０、これを駆動するアクチュエータ２６、このアクチュエータ２６に向けてバルブ駆動電圧Ｓ２を出力するバルブ駆動回路２８等を有している。そして、上記制御手段１８は、これへ例えばホストコンピュータ等の外部より入力される流量設定信号Ｓ０で示される流量と上記流量信号Ｓ１で示される流量とが一致するように上記流量制御弁２０の弁開度を例えばＰＩＤ制御法で制御し得るようになっている。尚、図示例では、上記流量制御弁機構１０は上記質量流量検出手段８の下流側に設定されているが、これを上記質量流量検出手段８の上流側に位置させるようにしてもよい。



一方、図示例では上記検定本体40Bは、上記質量流量制御本体40Aの上流側に設置されている。この質量流量制御本体40Aは、上記流路6に、この流路6を開閉する検定用バルブ部42と、所定の容量を有する検定用タンク部44と、流体である上記ガスの圧力を検出して圧力検出信号を出力する圧力検出手段46と、上記検定用バルブ42と上記検定用タンク部44と上記圧力検出手段46とを用いて質量流量検定動作を行うように制御する例えばマイクロコンピュータ等よりなる検定制御手段48とを共に備えている。

具体的には、上記検定用バルブ部42は例えば空圧バルブよりなり、検定本体40Bの中で流路6の最上流側に設けられて、上記検定制御手段48からの指令であるタンクバルブ開閉信号S3により開閉されてこの流路6を必要に応じて遮断できるようになっている。また上記圧力検出手段46は例えばキャバマノメータよりなり、上記流路6内のガスの圧力を検出してこの検出値を圧力信号S4として上記検出制御手段48に向けて出力し得るようになっている。

## 【 0 0 2 4 】

また上記検定用タンク部44は、例えばステンレススチール等よりなるタンク本体50よりなり、上記検定用バルブ部42と圧力検出手段46との間に設けられている。このタンク本体50は所定の流量、例えば $40\text{ cm}^3$ 程度の容量に設定されており、この流路6の途中に介設されてタンク本体50の底部にガスの入口50Aと出口50Bとが設けられ、流れるガスが必ずこのタンク本体50内を通過するようになっている。また上記タンク本体50の近傍、すなわちここではタンク本体50の天井部の上面には、温度検出手段51として例えば白金温度センサが取り付けられており、ここで検出した温度を示す信号を上記検定制御手段48へ入力できるようになっている。

## 【 0 0 2 5 】

また上記検定制御手段48には、流量の検定動作を行う時のガス流の基準となる圧力変化（基準圧力変化）を記憶する基準用データメモリ52Aと、流量の検定動作を行う時に取得したガス流の圧力変化を記憶する検定用データメモリ52Bとが接続されている。

更には、この検定制御手段48には、検定結果等を表示するための例えば液晶ディスプレイ等よりなる表示手段54及び必要時に音声や光の点滅等によって警報を発する警報手段56がそれぞれ接続されている。

そして、この検定制御手段48は、必要に応じて上記質量流量検出手段8のセンサ回路16に向けて校正信号S10を出力し、校正結果に基づいてこのセンサ回路16を適正に校正できるようになっている。またこの検定制御手段48と上記質量流量制御本体40Aの制御手段18とは必要に応じて連動するようになっている。

## 【 0 0 2 6 】

次に以上のように構成された本発明の質量流量制御装置の動作について説明する。

まず、この質量流量制御装置40の動作は、実際に半導体製造装置等に向けて処理ガスを流量制御しつつ流す通常動作モードと、質量流量の検定に関する動作を行う検定動作モードの2種類がある。そして、検定動作モードには、基準となる圧力変化特性を得るための基準圧力変化特性用ルーチンと、実際に検定動作を行う本検定用ルーチンとがある。

まず、通常動作モードについて簡単に説明する。これには、先に図6及び図7を参照して説明した動作と同じであり、この場合には検定本体40B側の動作は休止状態となっている。すなわち、上記質量流量制御本体40Aの制御手段18は、これへ例えばホストコンピュータ等の外部より入力される流量設定信号S0で示される流量と上記流量信号S1で示される流量とが一致するように上記流量制御弁20の弁開度を例えばPID制御法で制御し続けることになる。これにより下流側の半導体製造装置等には、必要とする質量流量の処理ガスが供給されることになる。

## 【 0 0 2 7 】

次に検定動作モードについて説明する。

この検定動作モードの内、基準圧力変化特性用ルーチンは、この装置を工場から出荷する時や、この装置を出荷先のクリーンルーム等に設置した時等に主に行って基準となる圧

力変化特性を得るようになっている。また検定用ルーチンは、山崎元ノノノールーム等において定期的、或いは不定期的に行われて制御流量の精度が高く維持されているか否かの検査が行われる。図2は質量流量制御装置の検定動作モード時の各信号のタイミングチャートを示す図、図3は基準圧力変化特性用ルーチンの各ステップを示すフローチャート、図4は本検定用ルーチンの各ステップを示すフローチャート、図5は基準圧力変化特性用ルーチンと本検定用ルーチンにおける圧力信号の変化の一例を示すグラフである。

#### 【0028】

本発明方法における本検定用ルーチンは、検定流量を設定する工程と、流路6に検定用の流体（ガス）を安定的に流す工程と、上記流れる流体の圧力と検定用タンク部44の温度とを検出してそれぞれ初期圧力と初期温度とする工程と、検定用バルブ部42を閉じて流路6を遮断する工程と、上記検定用バルブ部42を閉じた後に上記検定用タンク部44から流出する流体の圧力変化を測定する工程と、上記測定された圧力変化と予め求められた基準圧力変化特性とに基づいて検定結果を求める工程と、により主に構成されるが、まず、上記基準圧力変化特性を求める基準圧力変化特性用ルーチンについて説明する。

#### 【0029】

##### <基準圧力変化特性用ルーチン>

この基準圧力変化特性用ルーチンの主たる工程は、圧力変化同士を比較する工程を除いて本検定用ルーチンの動作と略同じである。ここでは流体として例えばN<sub>2</sub> ガスを用いる。図1、図2及び図3に示すように、まずこの基準圧力変化特性用ルーチンを開始すると、検定用バルブ部42を開状態とする（ステップS1）。そして、時刻t1（図2（A）参照）において流量設定信号S0を最大の%、例えば100%でフルスケール（5V：ボルト）になるように設定する（ステップS2）。この検定動作モードにおいては、上記流量設定信号S0は、ホストコンピュータではなく、検定制御手段48から制御手段18に向けて出力される。従って、制御手段18は、この検定制御手段48より入力される信号を流量設定信号S0であると見做して通常の流量制御動作を行う。また一般的には、この流量制御信号S0は、0V～5Vの範囲で変化させることができ、5Vの時が100%のフルスケール（最大流量）となるように予め設定されている。

#### 【0030】

このように、流量制御信号S0として5Vが設定されると、制御手段18はバルブ駆動回路28を介してバルブ駆動電圧S2（図2（C）参照）を出力し、上記流量制御信号S0に見合った弁開度となるように流量制御弁20を制御する。これにより、N<sub>2</sub> ガスは下流側に流れ始めるので、その時の質量流量が質量流量検出手段8に検出され、その検出された質量流量が流量信号S1（図2（D）参照）として上記制御手段18に入力される。そして、この流量信号S1と流量設定信号S0とが一致するように弁開度が前述のようにPID制御法で制御される。この時、圧力検出手段46でもガス流の圧力が検出されており、この圧力信号S4（図2（E）参照）が検定制御手段48へ入力されている。

#### 【0031】

このようにしてガス流の流量を安定化させるために、所定の時間、例えば6秒程度経過したならば（ステップS3）、時刻t2でその時のバルブ駆動電圧S2をその時の電圧値に固定することにより弁開度を固定する（ステップS4）。そして、このようにバルブ駆動電圧S2を固定して数秒経過したならば、その時の圧力検出手段46からのガス流の圧力と温度検出手段51からのタンク温度とを記憶し、それぞれ初期圧力MPO及び初期温度MTOとする（ステップS5）。

#### 【0032】

このように初期圧力と初期温度とを測定して記憶したならば、直ちに時刻t3においてタンクバルブ開閉信号S3をバルブが閉となるように出力し（図2（B）参照）、検定用バルブ部42を閉状態に切り替える（ステップS6）。これにより、流路6が遮断されてガス供給源からのN<sub>2</sub> ガスの供給が断たれるが、検定用タンク部44のタンク本体50内にはN<sub>2</sub> ガスが十分に充填されて所定の圧力になっているので、このタンク本体50に充填されていたN<sub>2</sub> ガスが下流側に流れ出し、この結果、図2（D）及び図2（E）

に小りよりに流量信号S1及び圧力信号S4が6に時間の経過と共に減り、よりのな付は曲線を描くことになる。尚、この際、ガス管4の下流側は継続して真空引きされており、また流量制御弁20の弁開度は、ステップS2で設定された検定流量、ここでは100%を維持している。

#### 【0033】

そして、この時のガス流の圧力の変化は、例えば1msec毎に時々刻々測定されており（ステップS7）、この時の圧力変化特性が得られる。このガス圧力の測定は、このガス圧力が予め定められた下限値になるまで継続して行い、時刻t4で下限値になったならば、ガスの流れを停止する（ステップS8）。そして、上記操作で得られた圧力変化データを基準圧力変化特性として基準用データメモリ52Aに記憶しておく（ステップS9）。このようにして、設定流量として弁開度100%の基準圧力変化特性が得られることになる。

このような基準圧力変化特性は、複数種類の弁開度について取得する必要がある、例えば弁開度を10%ずつ変化させてその都度、基準圧力変化特性を取得する必要がある。そこで、例えば弁開度10%が下限と仮定すると、検定流量の設定が下限でない場合には（ステップS10のNO）、検定流量の設定を所定の%、例えば10%減少させ、ここでは例えば90%に設定する（ステップS11）。そして、上記したステップS3～S9を弁開度が下限になるまで繰り返し行う。このようにして、弁開度が10%ずつ異なる基準圧力変化特性が得られてこのデータが基準用データメモリ52Aに全て記憶されることになり、これにより、基準圧力変化特性用ルーチンを終了する。

#### 【0034】

##### <本検定用ルーチン>

次に、定期的、或いは不定期的に行われる本検定用ルーチンについて説明する。この本検定用ルーチンは、この質量流量制御装置40をクリーンルームの半導体製造装置等のガス供給ラインに組み込んだまま行われる。また、ここでも流体としてはN<sub>2</sub>ガスを用いる。

#### 【0035】

図4に示すフローチャートにおいて、ステップS21～S31までは、取得した圧力変化データの名称を変えている点を除いて図3に示すフローチャートのステップS1～S11までと全く同様である。すなわち、図1、図2及び図4に示すように、まずこの本検定用ルーチンを開始すると、検定用バルブ部42を開状態とする（ステップS21）。そして、時刻t1（図2（A）参照）において流量設定信号S0を最大の%、例えば100%でフルスケール（5V：ボルト）になるように設定する（ステップS22）。この検定動作モードにおいては、上記流量設定信号S0は、ホストコンピュータではなく、検定制御手段48から制御手段18に向けて出力される。従って、制御手段18は、この検定制御手段48より入力される信号を流量設定信号S0であるとして見做して通常の流量制御動作を行う。また前述したように一般的には、この流量制御信号S0は、0V～5Vの範囲で変化させることができ、5Vの時に100%のフルスケール（最大流量）となるように予め設定されている。

#### 【0036】

このように、流量制御信号S0として5Vが設定されると、制御手段18はバルブ駆動回路28を介してバルブ駆動電圧S2（図2（C）参照）を出力し、上記流量制御信号S0に見合った弁開度となるように流量制御弁20を制御する。これにより、N<sub>2</sub>ガスは下流側に流れ始めるので、その時の質量流量が質量流量検出手段8に検出され、その検出された質量流量が流量信号S1（図2（D）参照）として上記制御手段18に入力される。そして、この流量信号S1と流量設定信号S0とが一致するように弁開度が前述のようにPID制御法で制御される。この時、圧力検出手段46でもガス流の圧力が検出されており、この圧力信号S4（図2（E）参照）が検定制御手段48へ入力されている。

#### 【0037】

このようにしてガス流の流量を安定化させるために、所定の時間、例えば6秒程度経過

したならば、(バルブS23)、時刻t2までの時のバルブ駆動電圧S2までの時の電圧値に固定することにより弁開度を固定する(ステップS24)。そして、このようにバルブ駆動電圧S2を固定して数秒経過したならば、その時の圧力検出手段46からのガス流の圧力と温度検出手段51からのタンク温度とを記憶し、それぞれ初期圧力P0及び初期温度T0とする(ステップS25)。

#### 【0038】

このように初期圧力と初期温度とを測定して記憶したならば、直ちに時刻t3においてタンクバルブ開閉信号S3をバルブが閉となるように出力し(図2(B)参照)、検定用バルブ部42を閉状態に切り替える(ステップS26)。これにより、流路6が遮断されてガス供給源からのN<sub>2</sub>ガスの供給が断たれるが、検定用タンク部44のタンク本体50内にはN<sub>2</sub>ガスが十分に充填されて所定の圧力になっているので、このタンク本体50に充填されていたN<sub>2</sub>ガスが下流側に流れ出し、この結果、図2(D)及び図2(E)に示すように流量信号S1及び圧力信号S4が共に時間の経過と共に減少するような特性曲線を描くことになる。尚、この際、ガス管4の下流側は継続して真空引きされており、また流量制御弁20の弁開度は、ステップS22で設定された検定流量、ここでは100%を維持している。

#### 【0039】

そして、この時のガス流の圧力の変化は、例えば1msec毎に時々刻々測定されており(ステップS27)、この時の圧力変化特性が得られる。このガス圧力の測定は、このガス圧力が予め定められた下限値になるまで継続して行い、時刻t4で下限値になったならば、ガスの流れを停止する(ステップS28)。そして、上記操作で得られた圧力変化データを検定圧力変化特性として検定用データメモリ52Bに記憶しておく(ステップS29)。このようにして、設定流量として弁開度100%の検定圧力変化特性が得られることになる。

#### 【0040】

このような検定圧力変化特性は、基準圧力変化特性の場合と同様に複数種類の弁開度について取得する必要がある。例えば弁開度を10%ずつ変化させてその都度、検定圧力変化特性を取得する必要がある。そこで、例えば弁開度10%が下限と仮定すると、検定流量の設定が下限でない場合には(ステップS30のNO)、検定流量の設定を所定の%、例えば10%減少させ、ここでは例えば90%に設定する(ステップS31)。そして、上記したステップS23～S29を弁開度が下限になるまで繰り返し行う。このようにして、弁開度が10%ずつ異なる検定圧力変化特性が得られてこのデータが検定用データメモリ52Bに全て記憶されることになる。

#### 【0041】

このように検定圧力変化特性が得られたならば、弁開度毎(検定流量の設定値毎)に基準圧力変化特性と比較し、検定処理を行う(ステップS32)。

ここで図5も参照して検定結果である検定精度についての求め方について説明する。図5は弁開度が100%の時の基準圧力変化特性用ルーチンと本検定用ルーチンにおける圧力信号4の変化の一例を示すグラフである。特性曲線X0が弁開度100%の時の基準圧力変化を示し、特性曲線X1が弁開度100%の時の検定圧力変化特性を示し、前述のように両特性曲線は、それぞれ基準用データメモリ52A及び検定用データメモリ52Bに記憶されている。そして、予め定められた圧力範囲、すなわち上限基準圧力P1と下限基準圧力P2との間を各特性曲線X0、X1が通過する時間をそれぞれMΔt及びΔtとする。

#### 【0042】

この時、検定結果Hは下記の数式で表される。

$$H = M\Delta t / \Delta t \times P0 / MP0 \times (273 + MTO) / (273 + TO) \times 100 (\%)$$

MTO: 基準圧力変化特性用ルーチンにおける初期温度

TO: 本検定用ルーチンにおける初期温度

PO：本検定用ルーチンにおける初期圧力

ここで $M\Delta t = 17640 \text{ msec}$ 、 $\Delta t = 11420 \text{ msec}$ 、 $MP0 = 0.4003210 \text{ MPa}$ （メガパスカル）、 $P0 = 0.2589058 \text{ MPa}$ 、 $MT0 = 25.4^\circ\text{C}$ 、 $TO = 24.7^\circ\text{C}$ とそれぞれ仮定すると、上記数式より検定精度Hは次のようになる。

$$H = 100.135\%$$

すなわち、ここでは出荷当時と同様にガス流量を制御すると、僅かではあるが、0.135%の流量誤差が生ずることを意味する。

#### 【0043】

そして、上記したような検定処理を各弁開度毎に行って、弁開度毎の検定精度Hを求めることになる（ステップS32）。

このように検定結果が得られたならば、これを記憶すると同時に、この検定結果を出力して例えば表示手段54に表示するなどしてオペレータにその内容を知らせる（ステップS33）。これと同時に必要があれば、この検定結果に基づいて質量流量検出手段8を自動的に校正して正しい質量流量S1を出力するように設定する（ステップS34）。この校正処理は、例えばセンサ回路16の増幅器である差動回路32（図7参照）のゲインを調整することにより行うことができる。

#### 【0044】

また必要ならば、上記検定精度を予め設定された所定の許容範囲と比較し、検定精度がこの許容範囲以上に大きい時には警報手段56を駆動するなどしてオペレータに注意を喚起させるようにしてもよい。そして上記のように自動校正が終了したならば、本検定用ルーチンを終了することになる。

このように、装置自体に検定用バルブ部42と検定用タンク部44等を設け、この検定用バルブ部42を閉じて流体の供給を停止した以降において、上記検定用タンク部44から流れ出る流体の圧力変化を検出すると共に、この圧力変化を例えば基準となる基準圧力変化と比較することによって、流れる流体の質量流量を正確に制御できるか否かの検定を行うことができる。

#### 【0045】

また質量流量制御装置40を半導体製造装置のガス供給系等に組み込んだまま上記検定動作を行うことができるので、検定動作を極めて短時間で行うことができ、その分、半導体製造装置等の稼働率を向上させることができる。

尚、上記実施例において、弁開度（検定温度の設定値）を10%ずつ変化させて検定動作を行ったが、この数値例に限定されるものではない。また、検出手段46と検出用タンク部44の流路6に対する配列順序を上流側と下流側とで逆に設置するようにしてもよい。更に、ここではタンク本体50に対して流路6の入口50Aと出口50Bとを別々に設けたが、これに限定されず、流路6に対して1本の分岐管を形成し、この分岐管にタンク本体50をT字状に接続するようにしてもよい。

#### 【0046】

また本実施例で説明したような各種処理は、デジタル処理で行ってもよく、アナログ処理で行ってもよい。特にデジタル処理で行う場合には、各種のデータを取り込むサンプリング周波数によってはデータが離散的になる場合が生ずるが、この場合には、データを最下位の桁側から丸め込むことにより、例えば図5に示すグラフにおいて圧力データ等の一致点を見い出すことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0047】

【図1】 本発明に係る質量流量制御装置を示すブロック構成図である。

【図2】 質量流量制御装置の検定動作モード時の各信号のタイミングチャートを示す図である。

【図3】 基準圧力変化特性用ルーチンの各ステップを示すフローチャートである。

【図4】 本検定用ルーチンの右ヘリックスを示すフローチャートである。

【図5】 基準圧力変化特性用ルーチンと本検定用ルーチンにおける圧力信号の変化の一例を示すグラフである。

【図6】 ガス配管に介設された従来の質量流量制御装置の一例を示す概略構成図である。

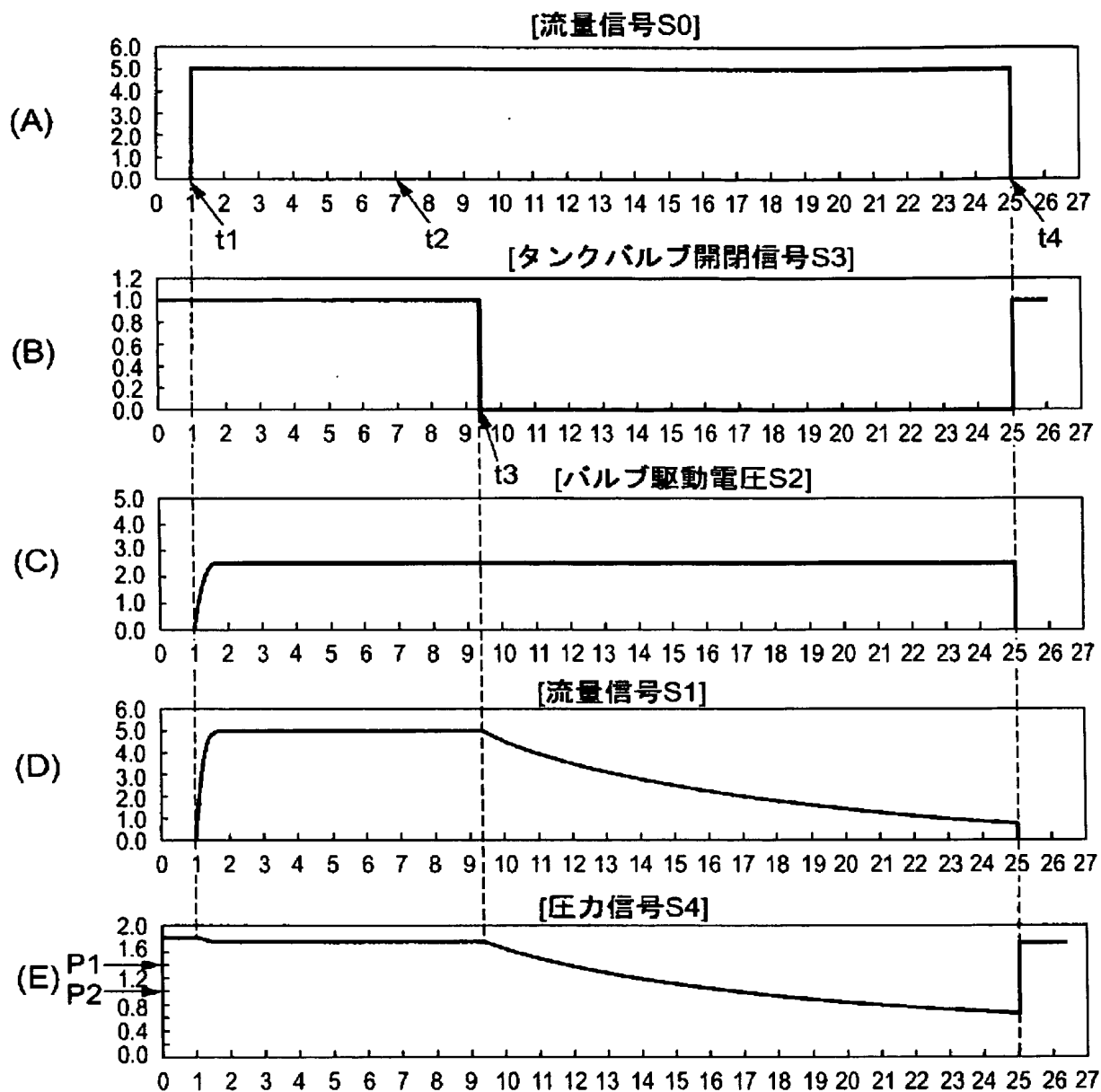
【図7】 質量流量制御装置の流量検出手段を示す回路図である。

【符号の説明】

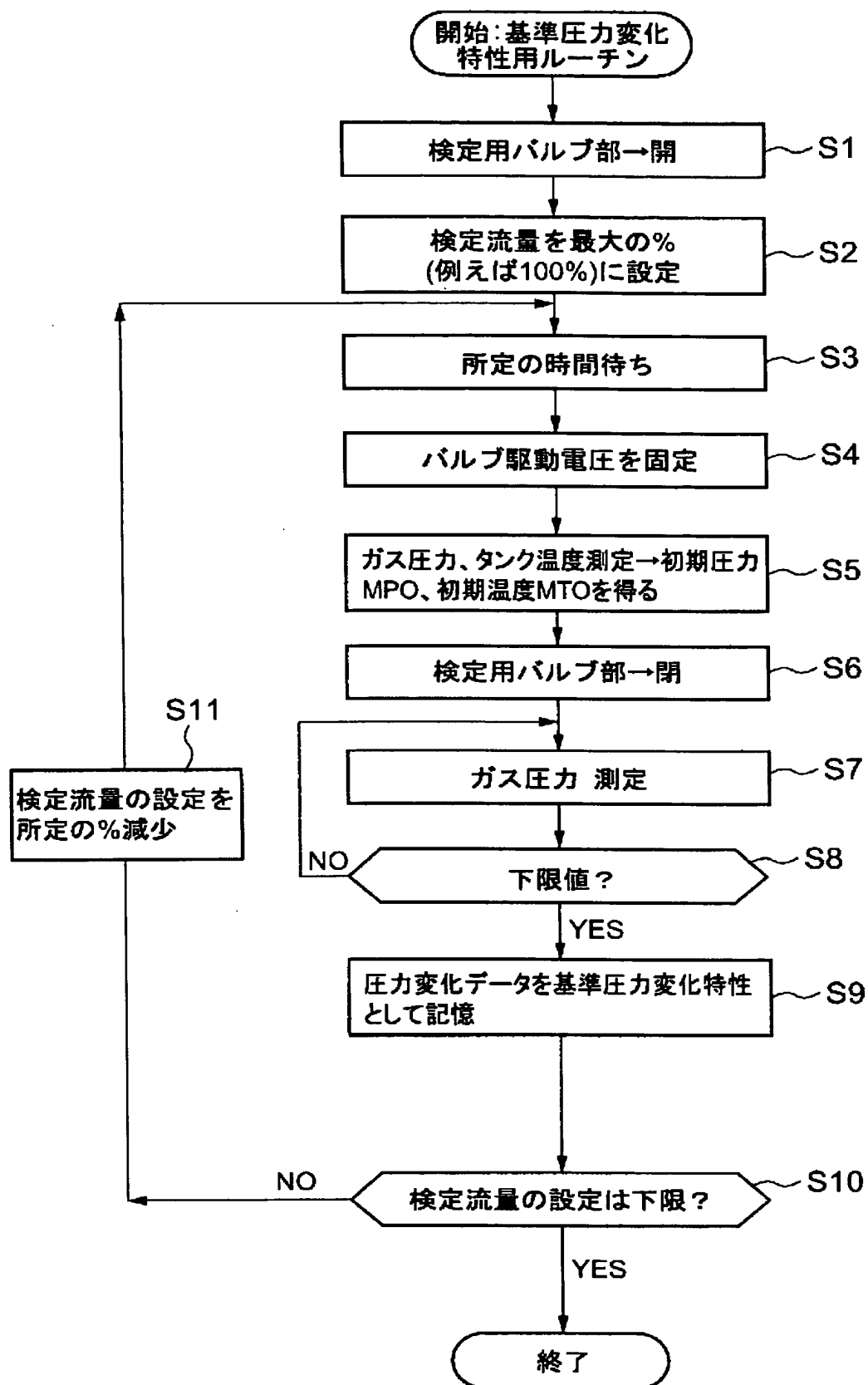
【0048】

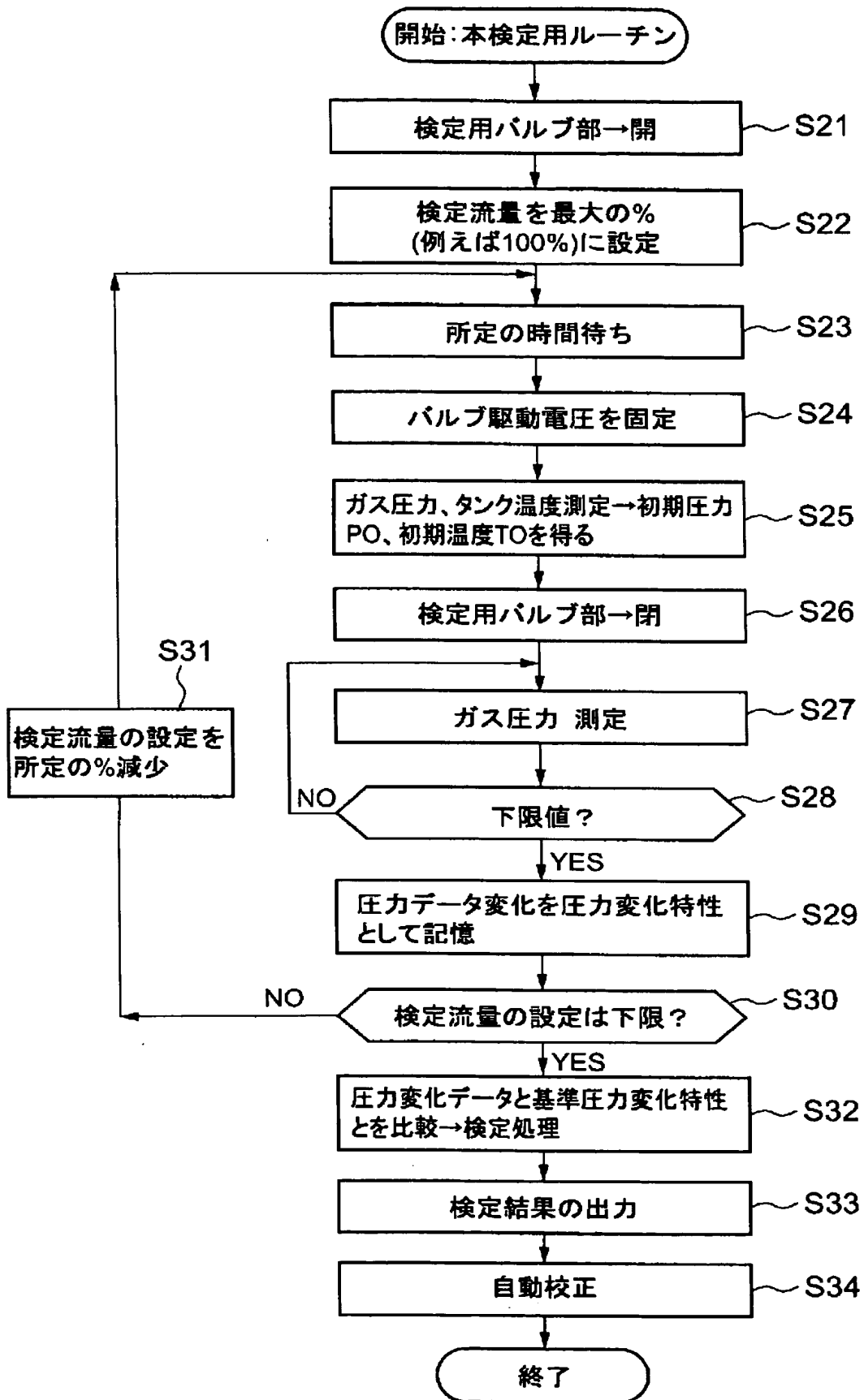
- 4   ガス管（流体通路）
- 6   流路
- 8   質量流量検出手段
- 10   流量制御弁機構
- 12   バイパス管
- 14   センサ管
- 16   センサ回路
- 18   制御手段
- 20   流量制御弁
- 28   バルブ駆動回路
- 40   質量流量制御装置
- 40A   質量流量制御本体
- 40B   検定本体
- 42   検定用バルブ部
- 44   検定用タンク部
- 46   圧力検出手段
- 48   検定制御手段
- 50   タンク本体
- 51   温度検出手段
- 52A   基準用データメモリ
- 52B   検定用データメモリ
- 54   表示手段
- 56   警報手段
- S0   流量設定信号
- S1   流量信号
- S2   バルブ駆動電圧
- S3   タンクバルブ開閉信号
- S4   圧力信号

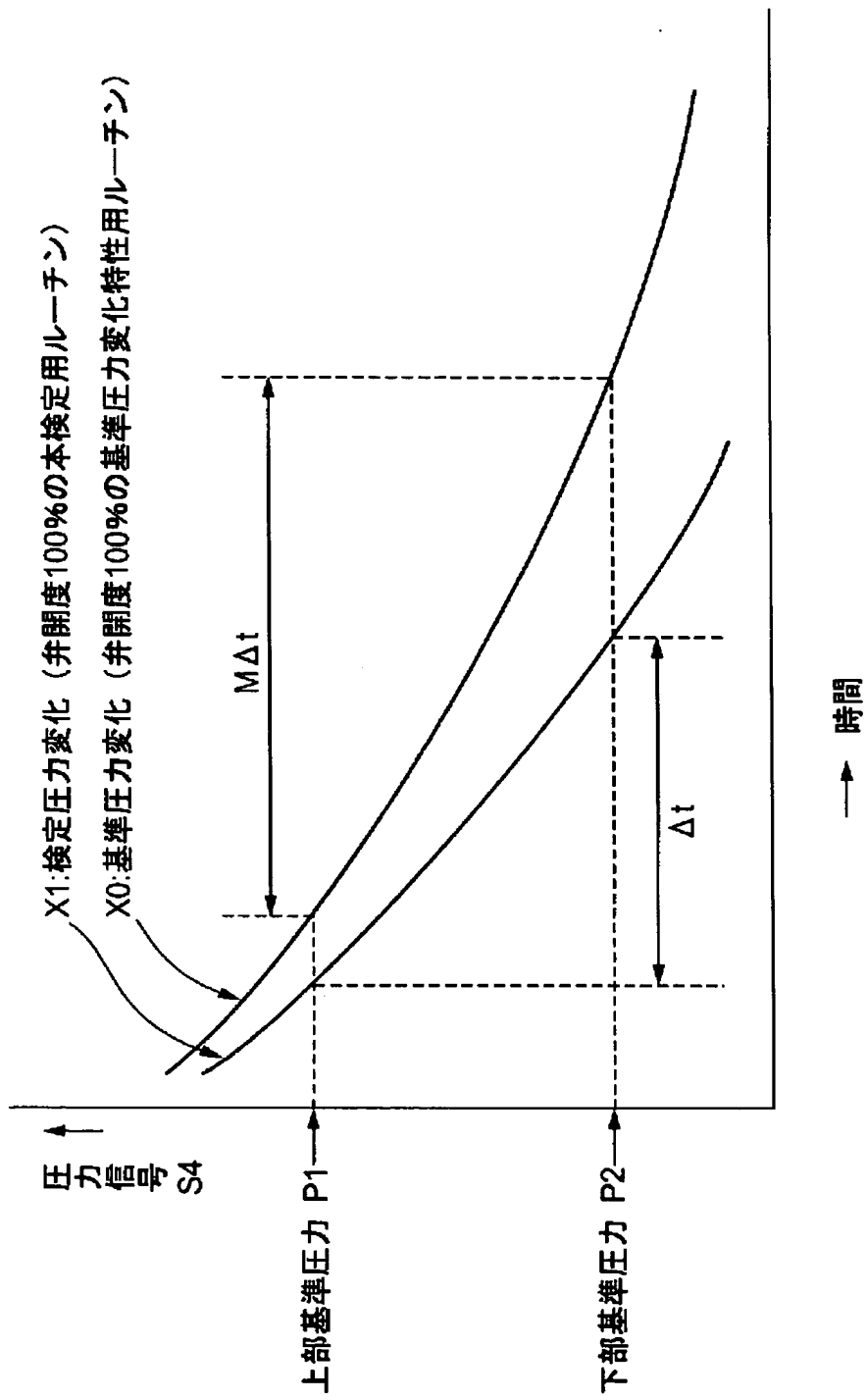


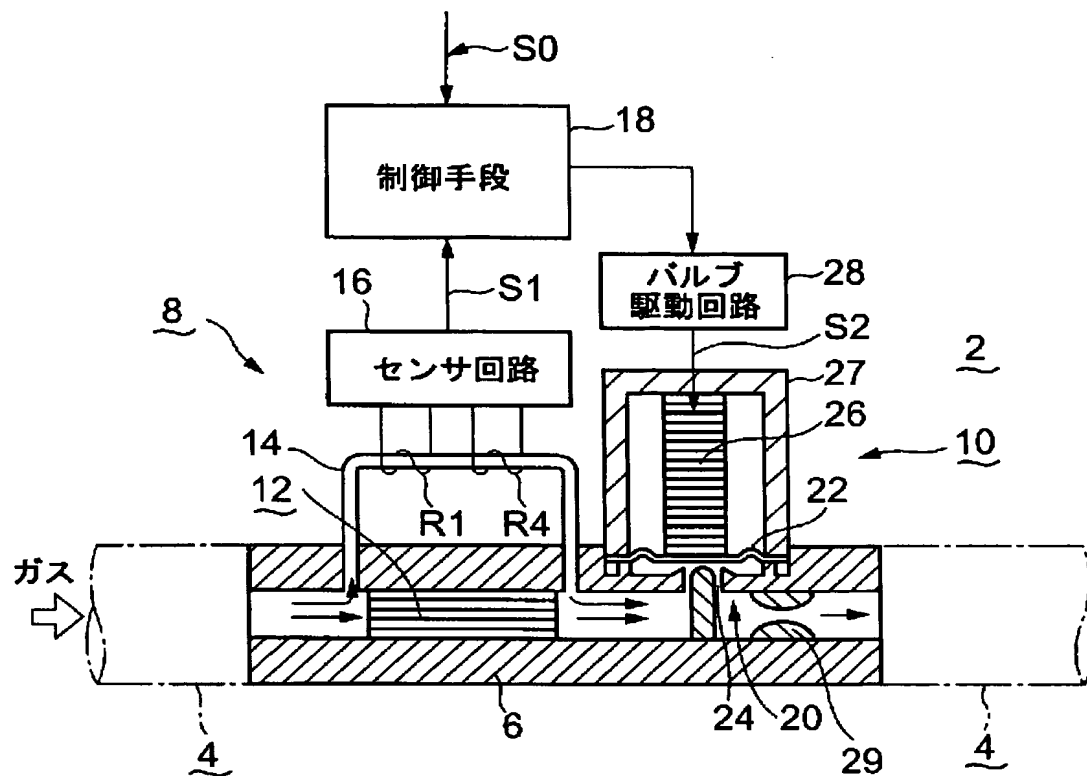




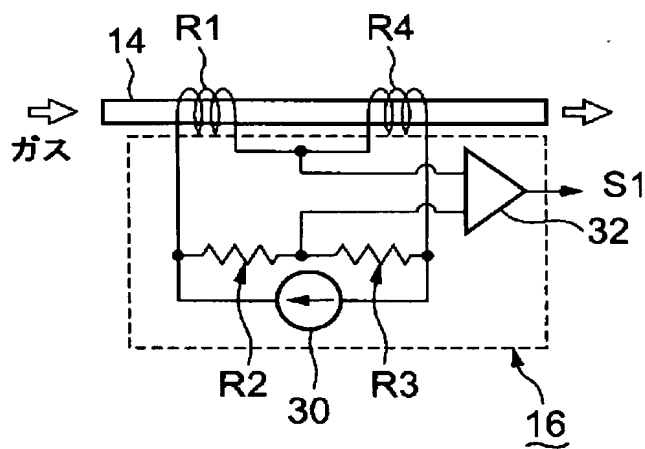








【図 7】



【要約】

【課題】 検定用タンクを組み込んで装置自体で質量流量の検定動作を行うようにした質量流量制御装置を提供する。

【解決手段】 流体を流す流路 6 に、該流路に流れる流体の質量流量を検出して流量信号を出力する質量流量検出手段 8 と、バルブ駆動信号により弁開度を変えることによって質量流量を制御する流量制御弁機構 10 とを介設し、外部から入力される流量設定信号と前記流量信号とに基づいて前記流量制御弁機構を制御する制御手段 18 を設けてなる質量流量制御装置において、前記流路に、該流路を開閉する検定用バルブ部 42 と、所定の容量を有する検定用タンク部 44 と、前記流体の圧力を検出して圧力検出信号を出力する圧力検出手段 46 とをそれぞれ設け、前記検定用バルブと前記検定用タンク部と前記圧力検出手段とを用いて質量流量検定動作を行うように制御する検定制御手段 48 を備えるように構成する。

【選択図】 図 1

0 0 0 0 0 5 0 8 3

19990816

住所変更

東京都港区芝浦一丁目2番1号

日立金属株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/011684

International filing date: 20 June 2005 (20.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-182362  
Filing date: 21 June 2004 (21.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 July 2005 (22.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**